PART5 南北熱輸送

目標　高緯度と低緯度での放射収支の違いや，南北熱輸送を担う過程について説明できる

Chapter1　南北熱輸送

1　放射エネルギーの収支と南北熱輸送

第６講では，地球全体の熱収支を考えました。そこでは，赤道と極，といった場所による違いについては考えませんでしたね。

→　地球上の地点では，どこでも放射エネルギーのつり合いが成り立っているでしょうか？

・**緯度ごとにみた放射エネルギーの収支と南北熱輸送**

大気上端でみたとき，地球全体では

「地球が吸収する太陽放射」＝「宇宙空間への地球放射」

が成り立っている。

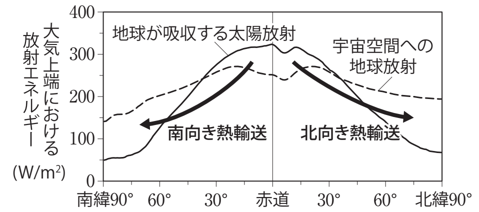
しかし，緯度ごとに見ると，赤道付近の低緯度では

「地球が吸収する太陽放射」（＞ ／ ＜）「宇宙空間への地球放射」

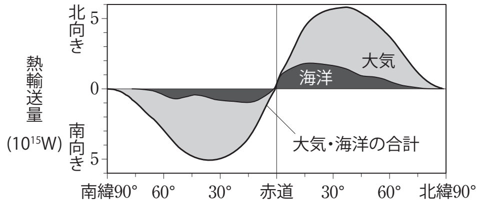
であり，極付近の高緯度では

「地球が吸収する太陽放射」（＞ ／ ＜）「宇宙空間への地球放射」

となっている。



NASA の公開データから作成



Yang et al.(2015)から作成

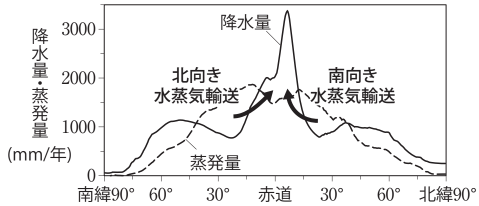
→　大気や海洋により，低緯度から高緯度へと熱が輸送されている。

講師からのMessage

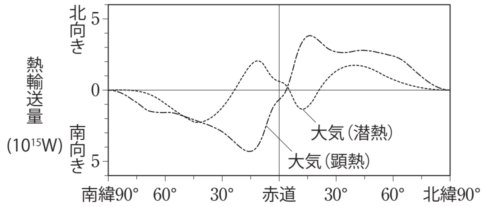
第６講で学んだように，エネルギーのつり合いがとれているからこそ，地球の温度はほぼ一定に保たれています。

緯度ごとにみた場合も同じであり，放射エネルギーの過不足を南北方向の熱輸送が調整することで，それぞれの緯度のエネルギーのつり合いが保たれています。その結果として，それぞれの緯度でも年平均の温度はほぼ一定に保たれているんですね！

・ **水蒸気輸送と熱輸送**



出典：気象庁



Yang et al.(2015)
から作成

→　大気による南北熱輸送は，温かい空気が低緯度から高緯度へと運ばれるという顕熱の輸送の占める割合が大きい。

しかし，低緯度では，亜熱帯高圧帯で海面から蒸発してできた水蒸気が（貿易風 / 偏西風）によって熱帯収束帯へと運ばれている。熱帯収束帯では上昇気流によってこの水蒸気が上空にもたらされ，凝結して雲となって雨を降らせる。つまり，この水蒸気輸送は潜熱の輸送でもあり，顕熱とは逆方向の熱輸送が起こっているといえる。

復習

潜熱（第６講）
水が水蒸気になるときにはエネルギーを周囲から受け取り，水蒸気が水になるときにはエネルギーを周囲に放出します。よって，水が地表で蒸発，大気中で凝結すると，地表から大気へとエネルギーが輸送されます。このような，状態変化によってやり取りされるエネルギーを潜熱とよびます。

まとめ

地球が吸収する太陽放射と宇宙空間への地球放射を比べると，

低緯度……＿＿＿＿＿＿の方が大きい

高緯度……＿＿＿＿＿＿の方が大きい

という違いがある。そのため，大気や海洋による低緯度から高緯度への熱輸送が生じている。

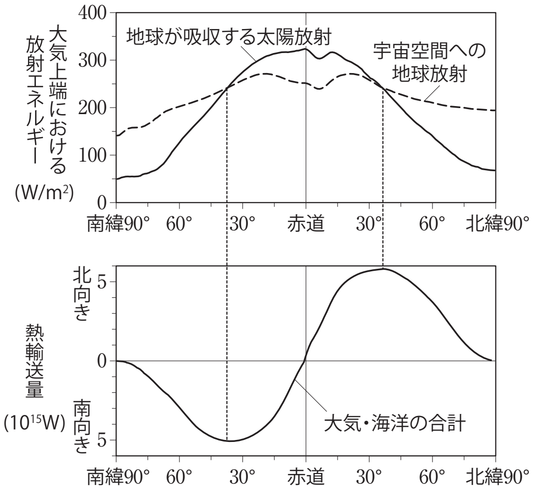
大気と海洋を比べると，＿＿＿＿による熱輸送量の方が大きい。

地球の降水量と蒸発量を比べると，亜熱帯高圧帯では降水量よりも蒸発量の方が多い。ここで蒸発した水は貿易風によって熱帯収束帯へと運ばれて，降水となる。このような水蒸気の輸送は，亜熱帯から熱帯への＿＿＿＿の輸送となっている。

Chapter2　演習問題

□　南北方向の熱輸送

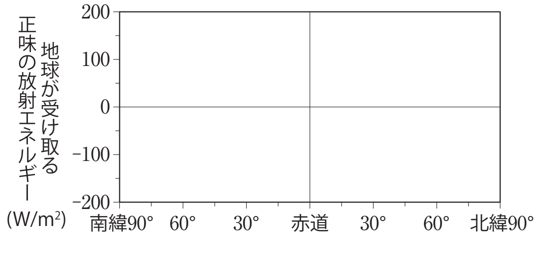
地球を緯度ごとにみたときに放射エネルギーのつり合いがとれていないことから，大気と海洋による南北方向の熱輸送が生じています。この対応関係について，少し詳しく考えてみましょう。



NASA の公開データから作成

Yang et al.(2015)から作成

問題(1)　地球が吸収する太陽放射から宇宙空間への地球放射を引いて得られる値は，地球が受け取る正味（しょうみ）の放射エネルギーを表します。上のグラフをもとにして，地球が受け取る正味の放射エネルギーが緯度によってどのように異なるのかを描いてみましょう。ただし，全体を正確に描く必要はなく，北極，赤道，南極の値と，値が $0\mathrm{W/m^2}$ となる地点に注意して描いてください。



知っておこう

「正味の」

「正味の」とは，反対向きのものを差し引いた，ということです。正味の収入といえば，収入から支出を引いた額，つまり手元で増える額を表すわけです。

問題⑵ ⑴の結果に関して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

地球が受け取る正味の放射エネルギーは，赤道から緯度35～40°付近まででは（正／負），それより高緯度側では（正／負）となっている。よって，南半球でも北半球でも，低緯度から高緯度へと熱が輸送されていると考えられる。

問題⑶ ⑵をふまえて，前ページのグラフに関して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

実際の熱輸送は大気や海洋によって行われるが，ここでは簡単のために熱輸送を行うトラックがあると考えよう。赤道で荷台が空のトラックを北極に向けて走らせる。正味の放射エネルギーが正の場所では余った熱をトラックに積み，正味の放射エネルギーが負の場所では足りない熱をトラックから受け取るものとする。

赤道から北緯35～40°付近まででは，正味の放射エネルギーが（正／負）なので，トラックには熱が積み込まれ続ける。これは，（熱輸送量が正である／熱輸送量が増加する）ことに対応する。

一方，北緯35～40°付近から極まででは，正味の放射エネルギーが（正／負）なので，トラックからは熱が受け取られ続ける。これは，（熱輸送量が負である／熱輸送量が減少する）ことに対応する。

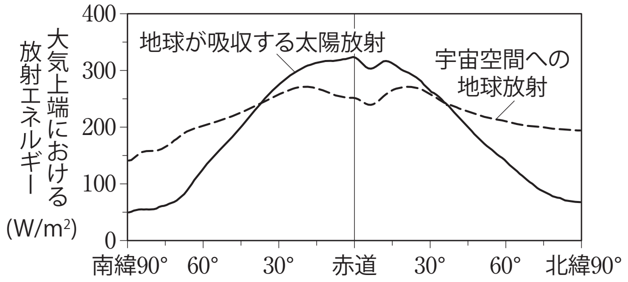
このように考えると，前ページの上の図で２本のグラフが交わる位置と，下の図で大気・海洋の合計の熱輸送量が山や谷となっている位置が一致することが理解できる。

講師からのMessage

今回の⑶では，北半球のようすをもとにして，前ページのグラフを理解しました。南半球ではどうなるか，ぜひ考えてみてください！

第7講　PART5　確認問題

問1　緯度ごとに見た太陽放射と地球放射のエネルギー収支は，図のように，不均衡が生じている。この不均衡を補うために，大気と海洋によって南北方向の熱輸送が行われ，エネルギーのつり合いが保たれている。大気による熱輸送には，顕熱の輸送と潜熱の輸送がある。



(1)　図について，赤道付近の低緯度と極付近の高緯度では，それぞれ太陽放射と地球放射のどちらが多くなっているか。その組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　赤道付近：太陽放射　　極付近：太陽放射
②　赤道付近：太陽放射　　極付近：地球放射
③　赤道付近：地球放射　　極付近：太陽放射
④　赤道付近：地球放射　　極付近：地球放射

(2)　地球全体でみた大気と海洋による熱輸送に関する記述として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選びなさい。

①　大気と海洋を比べると，大気の熱輸送量のほうが多い。
②　大気と海洋を比べると，海洋の熱輸送量のほうが多い。
③　大気の熱輸送量と海洋の熱輸送量は，ほぼ等しい。

(3)　南北方向の熱輸送量が最も多い地域として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　赤道付近　　②　中緯度地域　　③　極付近　　④　緯度によらず一定

(4) 下線部の例として，亜熱帯高圧帯から熱帯収束帯への水蒸気の輸送が挙げられる。この水蒸気の輸送を行っている風として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選びなさい。

① 季節風　② 偏西風　③ 貿易風

第７講　大気と海洋

PART1　高気圧と低気圧

問題⑴　【※図参照】

問題⑵　【※図参照】

問題⑶　下降気流，されにくい，高気圧から低気圧，湿った，広がりやすい

PART2　大気の大循環

問題⑴　ⓐ 7.9 時間　ⓑ 1080 km

問題⑵　810 km

問題⑶　東行，東行，偏西風，西風，ジェット気流，東行

PART3　海水と海流

問題⑴　東から西，北赤道海流，西から東，北太平洋海流，黒潮，時計回り，環流

問題⑵　東から西，貿易風，西から東，偏西風，時計回り，高気圧

問題⑶　偏西風，貿易風，同じ向き

PART4　海洋の深層循環と層構造

問題⑴　F はとても味が濃い。D は水っぽい感じがする。E は D と F の間の濃さのように感じられる。

問題⑵　薄く，濃い，少ない，多い

問題⑶　含まれにくい，高く，高く

PART5　南北熱輸送

問題⑴　【※図参照】

問題⑵　正，負

問題⑶　正，熱輸送量が増加する，負，熱輸送量が減少する

第7講　PART5　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：
低緯度では太陽放射＞地球放射，高緯度では太陽放射＜地球放射である。

(2)　①

解説：
地球全体でみた熱輸送量は，大気の方が海洋より大きい。

(3)　②

解説：
南北方向の熱輸送量は，赤道付近と極付近で小さく，中緯度地域で大きい。

(4)　③

解説：
亜熱帯高圧帯から熱帯収束帯へと吹き，水蒸気を輸送している風は貿易風である。